

固体降水粒子種別ごとの落下速度を考慮した後方流跡線解析による地上降水量推定手法の改良

水文・気象研究室
19324083 猪狩吉弘

1. 背景と目的

新潟県等の豪雪地帯では一年間の降水量のうち、冬季の降水量が多く、さらに降雪が占める割合が大きい。降水形態を把握する観測機器として気象レーダーが存在するが、降水粒子は風の影響を受けながら地上へと落下するため、上空を観測したレーダー降水量と地上降水量は一致しない。古橋¹⁾は雪の落下速度を 1.0 m/s と仮定し、NHM（非静力学メソ数値予報モデル）の 3 次元風速モデルを用いた後方流跡線解析による固体降水量の推定結果とアメダスでの実測降水量との比較を行い、地上降水量を推定する際に風による移流の影響を考慮する必要性を検討した。しかし、単一の落下速度かつ雪片以外の粒子については対象としていない。そこで本研究では霰と雪片に着目し、Parsivel の観測データから落下速度を複数仮定し後方流跡線解析を行うことで、地上降水量を推定する上で降水種別ごとに落下速度を設定する必要性の検討を目的とする。

2. 使用機器・データ

2-1. MP レーダーについて

本研究で用いた MP（マルチパラメーター）レーダーは長岡技術科学大学構内（経度：138.77819，緯度：37.42318，標高：88.9 m）設置の古野電気製 X バンド偏波ドップラーレーダー（以下、技大レーダー）である。本研究では仰角 3 度で 2 分毎に観測した偏波パラメーターの $Z_h, Z_{dr}, K_{dp}, \rho_{hv}$ を用いた。

2-2. 地上観測データについて

地上観測データは雪氷防災研究センターでの観測データを用いた。本研究で用いた観測機器は AWS（Auto Weather Station）、Parsivel、DFIR（Double Fence Intercomparison Reference）の 3 つで、AWS は気温を、Parsivel は粒径、落下速度を、DFIR は降水強度のデータを用いた。

2-3. NHM について

使用した NHM（非静力学メソ数値予報モデル）は、格子設定を 1 グリッド 1.5 km 四方とし、320×240

の範囲を標高 10 m~14900 m まで全 50 層にわたり記録されている。各層には 1 時間毎の瞬間の東西風速と南西風速が記録されており、水平方向は等距離に、鉛直方向は不等距離に記録されている。

3. 解析手法

本研究では 1 時間あたりの降水強度が 1[mm/h] かつ気温が 1℃以下の期間を解析対象とした。地上観測における降水粒子の種別判別は Parsivel から得られた粒径 - 落下速度分布を用いて行った（図 1）。雪片と霰の判断例を図 2 と図 3 に示す。これより対象期間は 2022 年 1 月 19 日の 16 : 03~16 : 13（雪片の事例）と 2021 年 12 月 27 日の 0 : 27~1 : 00（霰の事例）となった。対象期間における気温と降水強度の推移を図 4 と図 5 に示す。

後方流跡線解析は NHM で用いた地形から高度を南北・東西とも線形内挿で求め、それを基に 3 次元風速場を南北・東西・標高・時間に対して線形内挿して求めた風速で 10 秒毎に時間的に後方に移動させる解析手法である。落下速度は 0.55 m/s から 5.2 m/s までの計 17 種に設定した。降水量に影響を与えるのは粒子の体積と考えたため、設定する落下速度は Parsivel の観測結果を体積の 3 乗と観測粒子数で重みづけし、重みづけ値が最も大きかった速度とした。解析によって得られた後方流跡線がレーダー観測面と交差した地点のレーダーデータと AWS から気温減率を用いて算出した高層気温から、瀧瀬らのメンバーシップ関数を用いてレーダー観測面の粒子判別を行った。

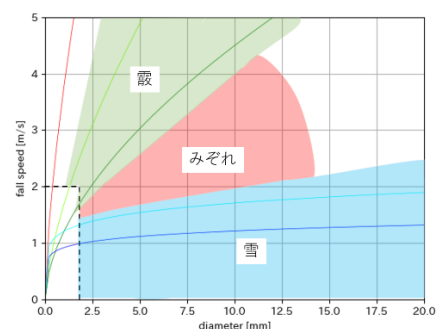


図 1 関係曲線と判別範囲の関係図

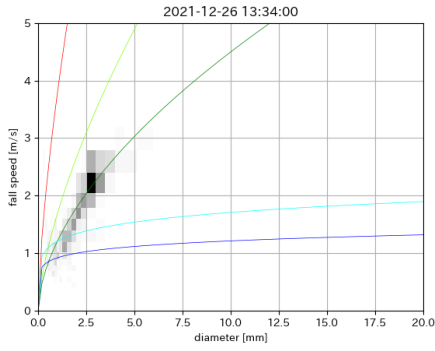


図 2 霰の観測例

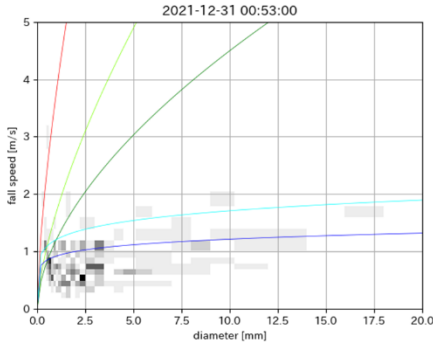


図 3 雪片の観測例

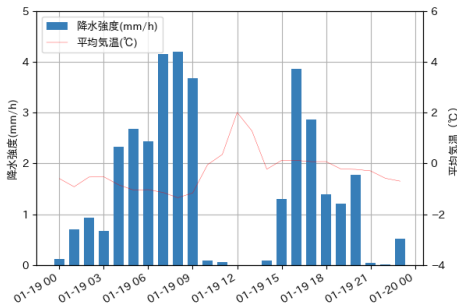


図 4 雪片の事例における降水強度と気温の推移

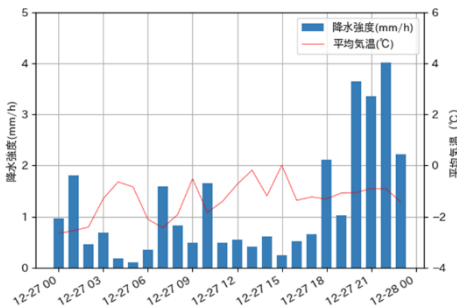


図 5 霰の事例における降水強度と気温の推移

4. 結果

地上観測とレーダー観測面での粒子判別を比較した結果、霰の事例では的中率が 85.3%，雪片の事例で

は 45.5%となった。雪片の事例において的中率が下がった要因としては、雪片の粒径分布特性が考えられる。雪片は霰と比較して粒径が広い範囲で分布しているため、特徴的な落下速度を得ることができなかったと考える。また霰の事例において落下速度を 0.95 m/s としたときの的中率は 73.5%となり、重みづけを行った結果と比較して約 10%的中率が下がる結果となった。

次に各事例における地上降水量と解析降水量、直上降水量について考える。霰の事例の降水量の比較を図 6 に示す。霰の事例においては解析降水量と地上降水量が似たような形で推移しているため、降水量の推定精度が向上したといえる。地上降水量と直上降水量についても 0:43 付近を除き、降水量の増減の形が 3 分ほどずれて推移しているのが確認できる。また、霰の事例の解析開始から終了までは約 2 分であったため、降水粒子の落下挙動をほぼ正確に反映できているといえる。

以上より、霰においては単一の落下速度を設定するよりも時間ごとに設定することで地上降水量推定の精度が向上したといえる。

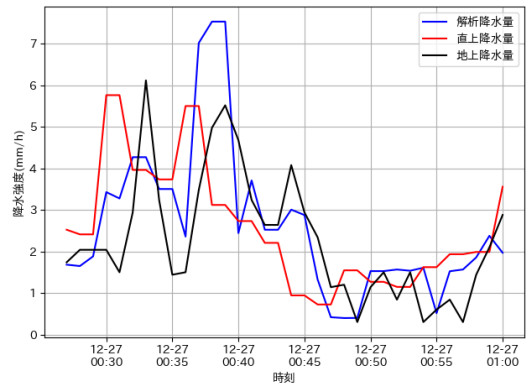


図 6 霰の事例における地上降水量、解析降水量、直上降水量の比較

5. 参考文献

- 1) 古橋知季：上空で測定されたレーダー降水量と 3 次元風速場を用いた地上到達固体降水量の推定と検証，長岡技術科学大学修士論文，2022
- 2) T.Kouketsu, H.Uyeda, A Hydrometeor Classification Method for X-Band Polarimetric Rader:Construction and Validation Focusing on Solid Hydrometeoros under Moist Environments,J.Atmos.OceanicTechnol, 32(11),2 052-2074,2015